

014073214 **Image available**

WPI Acc No: 2001-557427/200162

Production of abrasive material with three dimensional abrasive structure for optical fiber communication network, involves filling mold sheet with abrasive solution to preset depth, removing solvent and hardening

Patent Assignee: **3M INNOVATIVE PROPERTIES CO (MINN)**; **OHISHI M (OHIS-I)**

Inventor: OHISHI M

Number of Countries: 095 Number of Patents: 013

Patent Family: ,

Patent No Kind Date Applicat No Kind Date Week

WO 200145903 A1 20010628 WO 2000US35355 A 20001221 200162 B

JP 2001179640 A 20010703 JP 99362837 A 19991221 200162

AU 200126001 A 20010703 AU 200126001 A 20001221 200164

BR 200016582 A 20020903 BR 200016582 A 20001221 200264

WO 2000US35355 A 20001221

EP 1242215 A1 20020925 EP 2000989503 A 20001221 200271

WO 2000US35355 A 20001221

KR 2002072556 A 20020916 KR 2002707907 A 20020620 200311

CN 1411403 A 20030416 CN 2000817334 A 20001221 200345

EP 1242215 B1 20030910 EP 2000989503 A 20001221 200360

WO 2000US35355 A 20001221

MX 2002006160 A1 20030101 WO 2000US35355 A 20001221 200373

MX 20026160 A 20020620

DE 60005216 E 20031016 DE 605216 A 20001221 200376

EP 2000989503 A 20001221

WO 2000US35355 A 20001221

ZA 200205760 A 20031231 ZA 20025760 A 20020718 200408

US 20040031205 A1 20040219 WO 2000US35355 A 20001221 200414

US 2002168455 A 20020911

ES 2200984 T3 20040316 EP 2000989503 A 20001221 200424

Priority Applications (No Type Date): JP 99362837 A 19991221

Abstract (Basic): WO 200145903 A1

NOVELTY - The mold sheet with several regularly arranged recesses is filled to preset depth with abrasive coating solution containing abrasive grains, binder and solvent. The solvent from the material is removed by evaporation and recesses is filled with binder. The base material (101) is laminated with the binder and hardened.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for abrasive material for abrading end surface of an optical fiber connector into predetermined shape. The abrasive material has abrasive layer (102) formed on the base material. The abrasive layer comprises abrasive grains dispersed in the binder and the foot portion (106) comprising binder devoid of abrasive particle.

USE - For abrading end surface of optical fiber on which ferrule is mounted, and end surface of an optical fiber connector.

ADVANTAGE - The abrasion material has excellent durability and manufacture cost is economical. The abrading of the hard material such as end surface of optical fiber connector are performed effectively and smoothly in a predetermined shape. The abrasive layer in the material has three dimensional structure.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows the sectional view of abrasive material having three dimensional structure.

base material (101)

abrasive layer (102)

foot portion (106)

pp; 63 DwgNo 1/25

Best Available Copy

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-179640

(P2001-179640A)

(43)公開日 平成13年7月3日(2001.7.3)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
B 2 4 D 11/00		B 2 4 D 11/00	F 3 C 0 4 9
			C 3 C 0 6 3
	3/00	3 1 0	3 1 0 F
// B 2 4 B 19/00	6 0 3	B 2 4 B 19/00	6 0 3 Z

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 25 頁)

(21)出願番号 特願平11-362837

(22)出願日 平成11年12月21日(1999.12.21)

(71)出願人 599056437

スリーエム イノベイティブ プロパティ
ズ カンパニーアメリカ合衆国, ミネソタ 55144-1000,
セント ポール, スリーエム センター

(72)発明者 大石 道広

神奈川県相模原市南橋本3-8-8 住友
スリーエム株式会社内

(74)代理人 100062144

弁理士 青山 稔 (外1名)

Fターム(参考) 3C049 AA01 AA09 BC02 CA01 CB03

3C063 AA03 BA24 BB02 BB03 BB04

BC03 BG08 BG22 CC23 EE01

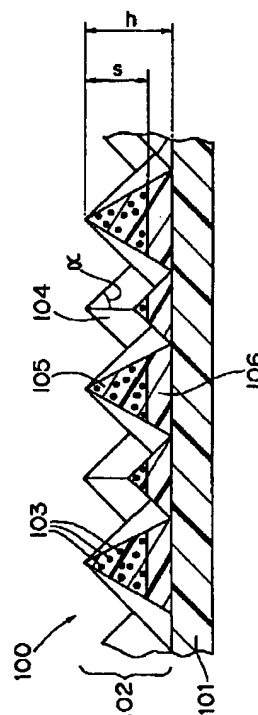
FF20 FF30

(54)【発明の名称】 研磨層が立体構造を有する研磨材料

(57)【要約】

【課題】 ローディング耐性および耐久性に優れ、光ファイバーコネクタ端面を研磨した場合でも研磨面に汚れが付かず、また、光ファイバーコネクタ端面のような硬質材料を効率良く滑らかに所定の形状に研磨する用途に適した研磨材料を提供すること。

【解決手段】 光ファイバーコネクタ端面を所定の形状に研磨するために用いる研磨材料において、上記研磨材料が基材と基材上に設けられた研磨層とを有し、上記研磨層が構成成分として砥粒と結合剤とを含む研磨コンポジットを有し、そして上記研磨層が、規則的に複数配置された所定形状の立体要素で構成された立体構造を有する研磨材料。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバーコネクタ端面を所定の形状に研磨するために用いる研磨材料において、該研磨材料が基材と基材上に設けられた研磨層とを有し、該研磨層が構成成分として砥粒と結合剤とを含む研磨コンポジットを有し、そして該研磨層が、規則的に複数配置された所定形状の立体要素で構成された立体構造を有する研磨材料。

【請求項2】 前記立体要素の頂上が点又は基材表面と平行な線で構成されており、該点又は線の実質的に全てが基材表面と平行な平面上に存在する請求項1記載の研磨材料。

【請求項3】 前記立体要素の頂上部に存在する研磨コンポジット中の砥粒濃度が臨界顔料体積濃度を越えている請求項1記載の研磨材料。

【請求項4】 (1) 規則的に複数配置された底側が先細形状の複数の凹部を有する鋳型シート内に、砥粒と結合剤と溶剤とを含む研磨材塗布液を所定の深さに充填する工程；

(2) 充填された研磨材塗布液から溶剤を蒸発させて除去する工程；

(3) 該凹部に結合剤を更に充填して満たす工程；

(4) 該鋳型シートに基材を重ね、結合剤を基材に接合させる工程；および

(5) 結合剤を硬化させる工程；を包含する、研磨層が立体構造を有する研磨材料の製造方法。

【請求項5】 前記結合剤が紫外線照射により硬化される請求項4記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、その研磨層が立体構造を有する研磨材料に関し、特に、フェルールを装着した光ファイバーの端面、すなわち、光ファイバーコネクタ端面を所定の形状に研磨するのに適する、研磨層が立体構造を有する研磨材料に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、光ファイバ通信網において光ファイバの接続には取り外しが容易な光ファイバーコネクタが広く使用されている。光ファイバーコネクタにおける接続では、光ファイバと光ファイバを被覆する被覆部（フェルール）からなる光ファイバフェールの端面同志が直接突き合わされる。そのため、接続時の光学特性、特に接続損失は光ファイバフェール端面の加工性状および精度に依存する。

【0003】 光ファイバフェール端面は複数段階の研磨によって加工を行うが、最終仕上げを行う研磨工程の加工性状と精度により、その品質が左右される。すなわち、光ファイバーの接続損失の主な要因は端面の仕上がりの粗さの程度とその傾きである。

【0004】 光ファイバフェール端面の仕上がり粗さについては、研磨に使用する研磨材の粒径との相関関係が報告されている。例えば、ステップインデックス型ファイバーについては、研磨砥粒の粒径が約 $1\mu\text{m}$ の場合は接続損失が約 0.5dB であるが、砥粒の粒径が約 $15\mu\text{m}$ の場合は接続損失は約 1.0dB 以上となる。

【0005】 この相関関係をみれば、光ファイバーの接続損失が 1dB 以下とする規格を満たすためには、粒径 $10\sim 15\mu\text{m}$ の砥粒を使用する必要があり、接続損失が 0.5dB 以下とする規格を満たすためには、粒径 $1\mu\text{m}$ 程度以下という細かいグレードの砥粒を使用する必要がある。

【0006】 特開平9-248771号には、基材と基材上に設けられた研磨層とを有し、研磨層が平均粒子径 $5\sim 30\text{nm}$ のシリカ粒子であり、この研磨材粒子を結合する結合剤とを有し、研磨層表面の中心線平均粗さ R_a が $0.005\sim 0.2\mu\text{m}$ である、光ファイバーコネクタ端面用研磨テープが記載されている。

【0007】 光ファイバーコネクタ端面用研磨テープのような細かいグレードの研磨材料には、ローディングという問題がある。ローディングとは、砥粒間の空間が削りくずで満たされ、それが盛り上がり、研磨能が阻害されることをいう。たとえば、光ファイバーコネクタ端面を研磨する場合は、被削クズの粒子が砥粒の間に留まり、そのことにより砥粒のカット能力が低下する。また、冷却剤および潤滑剤として用いる液体が研磨材と光ファイバーコネクタ端面との間に十分に作用せず、研磨後の光ファイバーコネクタの表面に研磨層の一部が付着し、その除去が煩雑となる。

【0008】 更に、砥粒として細粒のものをを用いると研磨時間が長くなる。逆に砥粒の粒径を大きくすると光ファイバーコネクタ端面の仕上がりが粗くなり、光ファイバーの接続損失の規格を満たすことができない。両者を併用すると研磨工程が増すことで煩雑となる。

【0009】 WO92/13680号およびWO96/27189号等には、研磨層が立体構造を有する研磨材料が記載されている。この研磨材料は、基材と基材上に設けられた研磨層とを有し、研磨層が砥粒と結合剤とを含む研磨コンポジットで成り、研磨層が、規則的に複数配置された所定形状の立体要素で構成された立体構造を有するものである。立体要素の形状としては四面体形状、ピラミッド形状、およびブリズム形状等が記載されている。

【0010】 この研磨材料はローディング耐性であり、耐久性に優れる。しかしながら、砥粒が研磨層の全体にわたって均一に分散されており、研磨層の下部に存在する砥粒は有効に働かないため、製造コストが高くなる。

【0011】 また、このような研磨層が立体構造を有する研磨材料は、構造を有する鋳型シート内に砥粒と結合剤とを含む研磨材塗布液を塗布し、この鋳型シートに基

材を重ね結合剤を基材に接着させ、紫外線を照射して結合剤を硬化させ、鋳型シートを除去する方法により製造される。この場合、研磨材塗布液は鋳型シート内の構造に充填されるのに十分な流動性を有する必要がある。又、紫外線照射は研磨材塗布液を基材で被覆して行うため、研磨材塗布液は揮発性成分を含んではならない。

【0012】そのため、研磨材塗布液中の砥粒の含有量は臨界顔料体積濃度を越えることができない。従って、従来の研磨層が立体構造を有する研磨材料には、研磨層の砥粒含有量を十分に高めることができないという問題がある。

【0013】砥粒の粒径や研磨手段等の研磨条件が同じ条件で比較すると、研磨材料の切削性は砥粒の含有量が小さくなるほど低くなる。特に細かいグレードの研磨材料においては、砥粒の含有量が不十分であると研磨効率が悪くなり、研磨に時間を要する。

【0014】従って、従来の研磨層が立体構造を有する研磨材料は砥粒の含有量が不十分であるため切削性に劣り、光ファイバーコネクタ端面のような硬質材料を効率良く滑らかに所定の形状に研磨する用途には適さない。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記従来の問題を解決するものであり、その目的とするところは、ローディング耐性および耐久性に優れ、光ファイバーコネクタ端面を研磨した場合でも研磨面に付着物が付かず、また、光ファイバーコネクタ端面のような硬質材料を効率良く滑らかに所定の形状に研磨する用途に適した研磨材料を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明は、光ファイバーコネクタ端面を所定の形状に研磨するために用いる研磨材料において、上記研磨材料が基材と基材上に設けられた研磨層とを有し、上記研磨層が構成成分として砥粒と結合剤とを含む研磨コンポジットを有し、そして上記研磨層が、規則的に複数配置された所定形状の立体要素で構成された立体構造を有する研磨材料を提供するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0017】また、本発明は、(1)規則的に複数配置された底側が先細形状の複数の凹部を有する鋳型シート内に、砥粒と結合剤と溶剤とを含む研磨材塗布液を所定の深さに充填する工程；(2)充填された研磨材塗布液から溶剤を蒸発させて除去する工程；(3)該凹部に結合剤を更に充填して満たす工程；(4)該鋳型シートに基材を重ね、結合剤を基材に接着させる工程；および(5)結合剤を硬化させる工程；を包含する、研磨層が立体構造を有する研磨材料の製造方法を提供する。

【0018】本発明の研磨層が立体構造を有する研磨材料は上記製造方法により製造することが好ましい。本発明の特に好ましい実施形態の例を以下に示す。前記立体要素の形状が、頂上で接続するリッジを有する4面体形

状又はピラミッド形状である研磨材料。前記立体要素の形状が、頂上で基材表面と平行なリッジを有するプリズム形状である研磨材料。前記砥粒の寸法が0.01~20μmである研磨材料。前記結合剤が、フェノール樹脂、アミノプラスト樹脂、ウレタン樹脂、エポキシ樹脂、アクリレート樹脂、アクリレート化イソシアヌレート樹脂、尿素-ホルムアルデヒド樹脂、イソシアヌレート樹脂、アクリレート化ウレタン樹脂、アクリレート化エポキシ樹脂、グルーおよびこれらの混合物からなる群から選択される研磨材料。前記砥粒が、熔融酸化アルミニウム、熱処理酸化アルミニウム、セラミック酸化アルミニウム、シリコンカーバイド、アルミナジルコニア、ガーネット、ダイヤモンド、立方体窒化ホウ素シリカおよびこれらの混合物からなる群から選択される研磨材料。前記基材が柔軟性であり、光ファイバーコネクタ端面を球面研磨するために特に適した研磨材料。接続損失量が1.0dB以下の光ファイバーコネクタ端面を提供する研磨材料。前記(1)工程で用いる研磨材塗布液に含まれる結合剤がフェノール樹脂、アミノプラスト樹脂、ウレタン樹脂、エポキシ樹脂、アクリレート樹脂、アクリレート化イソシアヌレート樹脂、尿素-ホルムアルデヒド樹脂、イソシアヌレート樹脂、アクリレート化ウレタン樹脂、アクリレート化エポキシ樹脂およびこれらの混合物からなる群から選択される、研磨層が立体構造を有する研磨材料の製造方法。前記(3)工程で用いる結合剤がフェノール樹脂、アミノプラスト樹脂、ウレタン樹脂、エポキシ樹脂、アクリレート樹脂、アクリレート化イソシアヌレート樹脂、尿素-ホルムアルデヒド樹脂、イソシアヌレート樹脂、アクリレート化ウレタン樹脂、アクリレート化エポキシ樹脂およびこれらの混合物からなる群から選択される、研磨層が立体構造を有する研磨材料の製造方法。

【0019】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の一実施態様である研磨層が立体構造を有する研磨材料の断面図である。研磨材料100は、基材101と基材の表面上に設けられた研磨層102とを有する研磨材料である。

【0020】本発明の基材に好ましい材料には、ポリマーフィルム、紙、布、金属フィルム、バルカンファイバー、不織基材、これらの組み合わせおよびこれらの処理品が含まれる。光ファイバーコネクタ端面を球面研磨する場合は、基材は柔軟性の材料であることが好ましい。球面形状を形成し易いからである。また、基材は紫外線照射に対して透明であることが好ましい。製造工程において便利だからである。

【0021】例えば、基材はポリエステルフィルムのようなポリマーフィルムであってよい。また、ポリマーフィルムは、研磨コンポジットの基材に対する接着を促進するためにポリエチレンアクリル酸のような材料で下塗りしてもよい。

【0022】研磨層102は結合剤のマトリックスとそこに分散させた砥粒103とを含む研磨コンポジットを構成成分として有している。

【0023】研磨コンポジットは、未硬化または未ゲル化状態の結合剤中に分散された複数の砥粒を含有するスラリーから形成される。硬化またはゲル化において、研磨コンポジットは固形化、すなわち予め定められた形状および予め定められた構造に固定される。

【0024】砥粒の寸法は砥粒の種類や研磨材料の用途に依存して変化する。例えば、その寸法は、最終仕上げ研磨では、0.01~1 μ m、好ましくは0.01~0.5 μ mさらに好ましくは0.01~0.1 μ m、曲面形成のための粗研磨には、0.5~20 μ m、好ましくは0.5~10 μ mである。本発明に適する砥粒の例には、ダイヤモンド、立方晶窒化ボロン、酸化セリウム、溶融酸化アルミニウム、熱処理酸化アルミニウム、ゾルゲル酸化アルミニウム、シリコンカーバイド、酸化クロム、シリカ、ジルコニア、アルミナジルコニア、酸化鉄、ガーネット、およびこれらの混合物が含まれる。特に好ましいものは、粗研磨には、ダイヤモンド、立方晶窒化ホウ素、酸化アルミニウム、シリコンカーバイド、仕上げ研磨にはシリカ、酸化アルミニウムである。

【0025】結合剤は硬化またはゲル化することにより研磨層を形成する。本発明に好ましい結合剤の例には、フェノール樹脂、レゾールフェノール樹脂、アミノプラスト樹脂、ウレタン樹脂、エポキシ樹脂、アクリレート樹脂、ポリエステル樹脂、ビニル樹脂、メラミン樹脂、アクリレート化イソシアヌレート樹脂、尿素ホルムアルデヒド樹脂、イソシアヌレート樹脂、アクリレート化ウレタン樹脂、アクリレート化エポキシ樹脂およびこれらの混合物が含まれる。結合剤は熱可塑性樹脂でもよい。

【0026】特に好ましいものは、フェノール樹脂、レゾールフェノール樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂である。

【0027】結合剤は照射硬化性であってもよい。照射硬化性結合剤は照射エネルギーにより少なくとも部分的に硬化されるか、または少なくとも部分的に重合されるいずれかの結合剤である。用いられる結合剤に依存して、熱、赤外線、電子線、紫外線照射または可視光照射のようなエネルギー源が用いられる。

【0028】典型的には、これらの結合剤はフリーラジカル機構により重合される。好ましくは、これらは、アクリレート化ウレタン、アクリレート化エポキシ、 α 、 β -不飽和カルボニル基を有するアミノプラスト誘導体、エチレン性不飽和化合物、少なくとも1個のアクリレート基を有するイソシアヌレート誘導体、少なくとも1個のアクリレート基を有するイソシアネート、およびこれらの混合物からなる群から選択される。

【0029】結合剤が紫外線照射により硬化される場合

は、フリーラジカル重合を開始させるために光開始剤を必要とする。この目的に好ましい光開始剤の例には、有機パーオキシド、アゾ化合物、キノン、ベンゾフェノン、ニトロソ化合物、アクリルハライド、ヒドラゾン、メルカプト化合物、ピリリウム化合物、トリアクリルイミダゾール、ビスイミダゾール、クロロアルキルトリアジン、ベンゾインエーテル、ベンジルケタール、チオキサントンおよびアセトフェノン誘導体が含まれる。好ましい光開始剤は2,2-ジメトキシー-1,2-ジフェニル-1-エタノンである。

【0030】結合剤が可視照射で硬化される場合は、光開始剤はフリーラジカル重合を開始させることが必要とされる。この目的のために好ましい光開始剤の例は、ここに参照として挙げる米国特許第4,735,632号、第3欄、第25行から第4欄第10行、第5欄第1~7行、第6欄第1~35行に記載されている。

【0031】砥粒の結合剤に対する重量比は、一般に、1部の結合剤に対して約1.5部~10部の砥粒、好ましくは1部の結合剤に対して約2~7部の砥粒の範囲である。この割合は砥粒のサイズおよび用いる結合剤の種類や研磨材料の用途に依存して変化する。

【0032】光ファイバーコネクタ端面のような硬質材料を滑らかかつ精密に研磨する場合に、研磨コンポジット中に含まれる砥粒の濃度の好ましい範囲は以下の通りである。砥粒がシリコンカーバイドの場合は43~90重量%、アルミナ・シリカ等の球状研磨粒子の場合は70~90重量%、アルミナの場合は37~90重量%、そしてダイヤモンドの場合は39~90重量%。

【0033】研磨コンポジットは砥粒および結合剤以外の材料を含んでよい。例えば、カップリング剤、湿潤剤、染料、顔料、可塑剤、フィラー、剥離剤、研磨補助剤およびこれらの混合物のような通常の添加剤である。

【0034】研磨コンポジットはカップリング剤を含むことができる。カップリング剤を添加することにより、研磨コンポジットを形成するために用いるスラリーの被覆粘度を著しく低下させる。本発明に好ましいこのようなカップリング剤の例には、有機シラン、ジルコアルミネートおよびチタネートが含まれる。カップリング剤の量は、一般に、結合剤の5重量%未満、好ましくは1重量%未満である。

【0035】研磨層102は、規則的に複数配置された一定形状の立体要素104で構成された立体構造を有する。この立体要素104はリッジが頂上の点で接続されている4面体形状である。その場合、2本のリッジで挟まれた頂角 α は通常30~150°、好ましくは45~140°とされる。立体要素はピラミッド形状としてもよい。その場合、2本のリッジで挟まれた頂角は通常30~150°、好ましくは45~140°とされる。

【0036】立体要素104の頂上の点は研磨材料のほぼ全域に亘って基材表面と平行な平面上に存在してい

る。図1中、符号 h は基材表面からの立体要素の高さを示す。 h は通常 $2\sim 300\mu\text{m}$ 、好ましくは $5\sim 150\mu\text{m}$ とされる。頂上の点の高さのばらつきは立体要素104の高さの20%以内が好ましく、10%以内がより好ましい。

【0037】立体要素104は予め定められた配列で配置される。図1では立体要素104は細密充填されている。一般に、立体要素は一定の周期で繰り返される。この繰り返し形状は1方向的であるか、好ましくは2方向的である。

【0038】砥粒は立体要素の形状の表面を越えて突出しない。つまり、立体要素104は平滑な平面で構成される。例えば、立体要素104を構成する面は表面粗度 R_y が $2\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $1\mu\text{m}$ 以下である。

【0039】立体要素104において研磨機能を発揮するのはその頂上部105である。研磨材料が研磨に供されている間、立体要素は頂上部から分解し、未使用の砥粒が現れる。従って、研磨材料の切削性を高めるためには立体要素の頂上部に存在する研磨コンポジット中の砥粒の濃度をできるだけ高めることが好ましい。研磨材料の切削性が高まり、硬質材料の研磨用途に適するからである。立体要素の頂上部に存在する研磨コンポジット中の砥粒の濃度は臨界顔料体積濃度以上であることがより好ましい。

【0040】臨界顔料体積濃度とは、粒子と結合剤とを混合するとき、粒子間のすき間を結合剤がちょうど埋めるときの粒子の体積濃度で、これ以下であれば結合剤が液状であれば混合物は流動性を有し、これ以上では流動性を失うという臨界的濃度をいう。立体要素の頂上部に存在する研磨コンポジット中の砥粒の濃度が臨界顔料体積濃度以下の場合には研磨材料の切削性が不十分となり、光ファイバーコネクタ端面のような硬質材料の研磨に適さなくなる。

【0041】立体要素の麓部106、すなわち、基材に接着する研磨層の下部は、通常は研磨機能を発揮しない。研磨層がそこまで摩耗した場合は通常研磨材料が廃棄されるからである。研磨機能を発揮しない立体要素の麓部106は砥粒を含む必要はなく、結合剤だけで形成してもよい。

【0042】立体要素104をこのような二層構造にすることで、比較的高価な砥粒の量が節約できるので研磨材料が低コストで提供できる。また、麓部106の結合剤は基材に対する接着性能のみを考慮して設計できるので、基材への接着不良が生じ難くなる。

【0043】図1中、符号 s は立体要素の頂上部105の高さを示す。 s は、例えば、立体要素の高さ h の5~95%、好ましくは10~90%とされる。

【0044】図2はこの研磨材料の上面図である。図2中、符号 o は立体要素の底辺長さを示す。符号 p は立体要素の頂上間距離を示す。 o は、例えば、 $5\sim 1000$

μm 、好ましくは $10\sim 500\mu\text{m}$ とされる。 p は、例えば、 $5\sim 1000\mu\text{m}$ 、好ましくは $10\sim 500\mu\text{m}$ とされる。

【0045】また、他の態様では、立体要素は頂上が所定の高さカットされた四面体形状又はピラミッド形状であってもよい。その場合、立体要素の頂上は基材表面と平行な三角形又は四角形の平面で構成され、この平面の実質的に全てが基材表面と平行な平面上に存在することが好ましい。立体要素の高さは頂上をカットする前の立体要素の高さ h の5~95%、好ましくは10~90%とされる。図3はこの態様の研磨材料の上面図である。

【0046】図3中、符号 o は立体要素の底辺長さを示す。符号 u は立体要素の底辺間距離を示す。符号 y は頂上平面の一辺の長さを示す。 o は、例えば、 $5\sim 2000\mu\text{m}$ 、好ましくは $10\sim 1000\mu\text{m}$ とされる。 u は、例えば、 $0\sim 1000\mu\text{m}$ 、好ましくは $2\sim 500\mu\text{m}$ とされる。 y は、例えば、 $0.5\sim 1800\mu\text{m}$ 、好ましくは $1\sim 900\mu\text{m}$ とされる。

【0047】図4は、本発明の他の実施態様である研磨層が立体構造を有する研磨材料の断面斜視図である。研磨材料400は、基材401と基材の表面上に設けられた研磨層402とを有する研磨材料である。

【0048】研磨層402は結合剤のマトリックスとその中に分散させた砥粒403とを含む研磨コンポジットを構成成分として有している。

【0049】研磨層402は、規則的に複数配置された一定形状の立体要素404で構成された立体構造を有する。この立体要素404は三角柱を横向きにしたプリズム形状である。立体要素404の頂角 β は通常 $30\sim 150^\circ$ 、好ましくは $45\sim 140^\circ$ とされる。

【0050】立体要素404の頂上のリッジは研磨材料のほぼ全域に亘って基材表面と平行な平面上に存在している。図4中符号 h は基材表面からの立体要素の高さを示す。 h は通常 $2\sim 600\mu\text{m}$ 、好ましくは $4\sim 300\mu\text{m}$ とされる。頂上の線の高さのばらつきは立体要素404の高さの20%以内が好ましく、10%以内がより好ましい。

【0051】立体要素404も立体要素104と同様に、研磨コンポジットで成る頂上部405と結合剤で成る麓部406の二層構造にすることが好ましい。図4中、符号 s は立体要素の頂上部の高さを示す。 s は、例えば、立体要素の高さ h の5~95%、好ましくは10~90%とされる。

【0052】一般に、立体要素404は網状に配置される。図4中、符号 w は立体要素の短底辺の長さ(立体要素の幅)を示す。符号 p は立体要素の頂上間距離を示す。符号 u は立体要素の長底辺間距離を示す。 w は、例えば、 $2\sim 2000\mu\text{m}$ 、好ましくは $4\sim 1000\mu\text{m}$ とされる。 p は、例えば、 $2\sim 4000\mu\text{m}$ 、好ましくは $4\sim 2000\mu\text{m}$ とされる。 u は、例えば、 $0\sim 20$

00 μ m、好ましくは0~1000 μ mとされる。

【0053】立体要素404の長さは研磨材料のほぼ全域に亘って伸長されてよい。又は、適当な長さで中断してもよい。その端部は揃えても揃えなくてもよい。プリズム形状の立体要素の端部を下から鋭角を付けて切り、四方に斜面が出た寄せ棟形状としてもよい。図5はこの態様の研磨材料の上面図である。

【0054】図5中、符号lは立体要素の長底辺長さを示す。符号vは立体要素の鋭角を付けて切り取られた距離を示す。符号xは立体要素の短底辺間距離を示す。符号w、p、およびuの意義は図4と同様である。lは、例えば、5~1000 μ m、好ましくは10~500 μ mとされる。vは、例えば、0~2000 μ m、好ましくは1~1000 μ mとされる。xは、例えば、0~2000 μ m、好ましくは0~1000 μ mとされる。wは、例えば、2~2000 μ m、好ましくは4~1000 μ mとされる。pは、例えば、2~4000 μ m、好ましくは4~2000 μ mとされる。uは、例えば、0~2000 μ m、好ましくは0~1000 μ mとされる。

【0055】図1~5に例示した本発明の研磨層が立体構造を有する研磨材料は光ファイバーコネクタ端面を研磨する用途に特に適しており、接続損失特性が極めて小さい光ファイバーコネクタ端面を提供することができる。例えば、本発明の研磨層が立体構造を有する研磨材料は接続損失が1.0dB以下、更には0.5dB以下の光ファイバーコネクタ端面を提供する。

【0056】本発明の研磨材料は以下に説明する方法により製造することが好ましい。

【0057】まず、砥粒と結合剤と溶剤とを含む研磨材塗布液を調製する。ここで用いる研磨材塗布液は、研磨コンポジットを構成するのに十分な量の結合剤、砥粒、要すれば光開始剤等の添加剤を含有し、この混合物に流動性を付与するのに十分な量の揮発性溶剤をさらに含有する組成物である。研磨コンポジット中の砥粒の含有量が臨界顔料体積濃度を越えている場合でも、研磨材塗布液に揮発性溶剤を含有させることにより流動性を保つことができる。

【0058】好ましい揮発性溶剤は結合剤を溶解し、室温~170℃で揮発性を示す有機溶剤である。具体的には、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、トルエン、キシレン、エタノール、イソプロピルアルコール、酢酸エチル、酢酸ブチル、テトラヒドロフラン、プロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート等が挙げられる。また、他の溶剤として好ましいものは水である。

【0059】次いで、規則的に複数配置された底側が先細形状の複数の凹部を有する鋳型シートを調製する。凹部の形状は形成する立体要素を反転させた形状であればよい。鋳型シートの材料は、たとえば、ニッケルのよう

な金属、ポリプロピレンのようなプラスチック等を用いてよい。例えば、ポリプロピレンのような熱可塑性樹脂は金属用具上でその熔融温度においてエンボス可能であるため、所定形状の凹部を容易に形成でき、好ましい。また、結合剤が照射硬化性樹脂である場合は、紫外線や可視光線を透過する材料を用いることが好ましい。図6は研磨層が立体構造を有する研磨材料の製造方法の一例を模式的に示す工程図である。

【0060】図6(a)に示すように、得られた鋳型シート601に研磨材塗布液602を充填する。充填量は、溶剤を蒸発させ、結合剤を硬化させた後に、頂上部105、405を形成するために十分な量である。一般には、溶剤を蒸発させた後に、底からの深さが図1および4に示すsの寸法となる量を充填すればよい。

【0061】充填は研磨材塗布液をロールコーター等の被覆装置で鋳型シートに塗布することにより行うことができる。塗布時の研磨材塗布液の粘度は10~10⁶cps、特に100~10⁵cpsに調製することが好ましい。

【0062】図6(b)に示すように、充填された研磨材塗布液から溶剤を蒸発させて除去する。その際、一般には研磨材塗布液を充填した鋳型シートを50~150℃に加熱する。加熱は0.2~10分間行う。結合剤が熱硬化性樹脂である場合は、硬化温度で加熱して硬化工程を同時に行ってもよい。溶剤の揮発性が高い場合は室温で数分~数時間放置してもよい。

【0063】図6(c)に示すように、この鋳型シートにラミネート用結合剤603を更に充填して凹部を結合剤で満たす。ラミネート用結合剤は研磨材塗布液で用いたものと同じでも異なってもよい。基材に対する接着性が良好な結合剤がラミネート用結合剤として好ましい。

【0064】ラミネート用結合剤として好ましいものは、アクリレート樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂である。ラミネート用結合剤の充填は研磨材塗布液と同様の方法により行ってもよい。

【0065】図6(d)に示すように、鋳型シート601に基材604を重ね結合剤を基材に接着させる。接着は、例えば、ロールで加圧、ラミネートする方法により行う。

【0066】結合剤を硬化させる。ここで用いられる「硬化」という用語は固体状態に重合させることを意味する。硬化の後は研磨層の特定形状は変化しない。硬化は、研磨材塗布液の結合剤と後に単独で充填したラミネート用結合剤とについて別々に行ってもよく、同時に行ってもよい。

【0067】結合剤は、熱、赤外線照射または、電子線照射、紫外線照射または可視光照射のような他の照射エネルギーにより硬化される。照射エネルギーの印加量は用いる結合剤の種類および照射エネルギー源により異なる。通常、当業者であれば照射エネルギーの印加量を適

宜決定することができる。硬化に要する時間は結合剤の厚さ、密度、温度および組成物の特性等に依存して変化する。

【0068】例えば、透明基材の上から紫外線(UV)を照射して結合剤を硬化させてよい。

【0069】図6(e)に示すように、鋳型シートを除去することにより、基材604と立体構造を有する研磨層605とから成る研磨材料606が得られる。鋳型シートを除去した後、結合剤を硬化させてもよい。

【0070】

【実施例】以下の実施例により本発明をさらに具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されない。

【0071】実施例1

表1に示す成分を配合することにより研磨材塗布液を調製した。

【0072】

【表1】

成分	重量(g)	不揮発分(%)	乾燥重量(g)
ダイヤモンド砥粒(粒径2~4 μ m)「LS600F 2-4」 (Lands Superabrasives, Co.)	100.000	100.000	100.000
エポキシ樹脂「YD-20N」(東都化成機) (50% MEK 溶液として)	17.500	50.000	8.750
ウレタン樹脂溶液「EA-1443」 (ダイセル化学工業機)	29.545	55.000	16.250
メチルエチルケトン(MEK)	75.000	0.000	0.000
エアロゾル AY (AMERICAN CYANAMID COMPANY) (50% MEK 溶液として)	1.000	50.000	0.500
多官能イソシアネート「コロネート L」 (日本ポリウレタン工業機)	12.564	75.000	9.423
合計	235.609	57.266	134.923

砥粒/バインダー比=2.91

ネット用結合剤を調製した。

砥粒/(バインダー+添加剤)比=2.86

【0074】

【0073】表2に示す成分を配合することによりラミ

【表2】

成分	重量(g)	不揮発分(%)	乾燥重量(g)
モノアクリレートモノマー 「KAYARAD R-564」(日本化薬機)	50.000	100.000	50.000
ジアクリレートモノマー 「KAYARAD R-551」(日本化薬機)	50.000	100.000	50.000
ベンゾフェノン	4.000	100.000	4.000
1,4-ジアザビシクロ[2.2.2]オクタン (DABCO)	1.000	100.000	1.000
合計	105.000	400.000	105.000

【0075】図4に示す立体要素を反転させた形状の凹部を有するポリプロピレン製鋳型シートを準備した。鋳型シートに研磨材塗布液をロールコーターにより塗布し、50℃で5分間乾燥させた。この上にラミネート用結合剤を塗布し、厚さ75 μ mの透明ポリエステルフィルムを重ね、ロールで圧力をかけてラミネートした。ポリエステルフィルムの側から紫外線を照射し、ラミネート用結合剤を硬化させた。次いで、70℃で24時間加

熱して研磨材塗布液の結合剤を硬化させた。

【0076】鋳型シートを除去し、室温まで冷却して研磨材料を得た。この研磨材料は、研磨層が図4に示される縞状に配置されたプリズム形状の立体構造を有している。各寸法を表3に示す。

【0077】

【表3】

符号	寸法
h	25 μm
s	15 μm
w	50 μm
p	50 μm
u	0 μm
β	90°

【0078】この研磨材料を直径110mmの円形に打ち抜いて研磨ディスクを作製した。

【0079】得られた研磨ディスクを用いて、光ファイバーコネクタ端面を研磨した。研磨条件を表4に示す。

【0080】

【表4】

研磨機	セイコー電子工業株式会社製「OFL-12」
荷重	ポイント2 (約1.5 kg/cm ²)
冷却液	精製水
被削試料数	12

【0081】切削量の経時変化を図7に示す。研磨後、この光ファイバーコネクタ端面を電子顕微鏡で観察したところ、滑らかな表面が確認された。顕微鏡写真を図8に示す。

表5に示す成分を配合することにより研磨材塗布液を調製した。

【0083】

【表5】

【0082】実施例2

成分	重量(g)	不揮発分(%)	乾燥重量(g)
ダイヤモンド砥粒(粒径2~4 μm) 「LS600F 2-4」 (Lands Superabrasives, Co.)	150.000	100.000	150.000
エポキシ樹脂溶液 「YDCN-703PEK75」 (東都化成㈱)	66.670	75.000	50.003
メチルエチルケトン(MEK)	40.500	0.000	0.000
プロピレングリコールモノメチルエーテル (PGM)	34.500	0.000	0.000
2-メチルイミダゾール (2MZ) (20% プロピレングリコールモノメチルエーテル溶液)	12.501	20.000	2.500
合計	304.171	66.575	202.503

砥粒／バインダー比＝2.86

砥粒／(バインダー＋添加剤) 比＝2.86

【0084】この研磨材塗布液を用いること以外は実施例1と同様にして研磨ディスクを作製し、光ファイバーコネクタ端面を研磨した。切削量の経時変化を図7に示す。研磨後、この光ファイバーコネクタ端面を電子顕微鏡で観察したところ、滑らかな表面が確認された。顕微鏡写真を図9に示す。

【0085】比較例1

ミネソタ・マイニング・アンド・マニュファクチャリング社製の研磨材料「インペリアル印ダイヤモンドラッピングフィルム3ミル3ミクロンタイプH」を直径110mmの円形に打ち抜いて研磨ディスクを作製した。この研磨ディスクを用いること以外は実施例1と同様にし

て光ファイバーコネクタ端面を研磨した。切削量の経時変化を図7に示す。研磨後、この光ファイバーコネクタ端面を電子顕微鏡で観察したところ、粗い表面が確認された。顕微鏡写真を図10に示す。

【0086】比較例2

実施例1で調製した研磨材塗布液を厚さ75 μm のポリエステルフィルムにナイフコーターを用いて塗布し、溶剤を蒸発させて除去し、厚さ11 μm の研磨層を形成した。この研磨層を70℃で24時間加熱して結合剤を硬化させた。得られた研磨材料を直径110mmの円形に打ち抜き、研磨ディスクを作製した。

【0087】この研磨ディスクを用いること以外は実施例1と同様にして光ファイバーコネクタ端面を研磨した。切削量の経時変化を図7に示す。研磨後、この光フ

ファイバーコネクタ端面を電子顕微鏡で観察したところ、粗い表面が確認された。顕微鏡写真を図11に示す。

【0088】比較例3

実施例2で調製した研磨材塗布液を厚さ75 μ mのポリエステルフィルムにナイフコーターを用いて塗布し、溶剤を蒸発させて除去し、厚さ11 μ mの研磨層を形成した。この研磨層を70℃で24時間加熱して結合剤を硬化させた。得られた研磨材料を直径110mmの円形に打ち抜き、研磨ディスクを作製した。

【0089】この研磨ディスクを用いること以外は実施例1と同様にして光ファイバーコネクタ端面を研磨した。切削量の経時変化を図7に示す。研磨後、この光ファイバーコネクタ端面を電子顕微鏡で観察したところ、粗い表面が確認された。顕微鏡写真を図12に示す。

【0090】図8および9と図10とを比較すると、実施例1および2の研磨材料は現行製品である比較例1の研磨材料より滑らかな研磨表面を与えることが解る。ま

た、図8と図11とを比較すると、実施例1の研磨材料は、同じ研磨材塗布液から形成されているが研磨層が立体構造を有しない研磨材料である比較例2の研磨材料より滑らかな研磨表面を与えることが解る。図9と図12とを比較すると、実施例2の研磨材料は同じ研磨材塗布液から形成されているが研磨層が立体構造を有しない研磨材料である比較例3の研磨材料より滑らかな研磨表面を与えることが解る。

【0091】図7のグラフより、実施例2の研磨ディスクは比較例1～3の研磨ディスクより高い切削性を示すことが解る。

【0092】実施例3

表6に示す成分を配合することにより研磨材塗布液を調製した。

【0093】

【表6】

成分	重量(g)	不揮発分(%)	乾燥重量(g)
コイダクリル「スノーフラス IPA-ST」 (日産化学工業㈱)	100.00	30.000	30.00
ジアクリレートモノマー「KAYARAD HDDA」 (日本化薬㈱)	15.00	100.000	15.00
	0.30	100.000	0.30
合計	115.30	46.030	45.30

砥粒／バインダー比＝2.00

砥粒／(バインダー＋添加剤)比＝1.96

【0094】実施例1で用いたのと同じポリプロピレン製鋳型シートを準備した。鋳型シートに研磨材塗布液をロールコーターにより塗布し、60℃で5分間乾燥させた。この上に実施例1で調製したラミネート用結合剤を塗布し、厚さ75 μ mの透明ポリエステルフィルムを重ね、ロールで圧力をかけてラミネートした。ポリエステルフィルムの側から紫外線を照射し、結合剤を硬化させた。鋳型シートを除去し、室温まで冷却して研磨材料を得た。この研磨材料を直径110mmの円形に打ち抜き

て研磨ディスクを作製した。

【0095】他方、光コネクタフェールを準備し、その端面を、ミネソタ・マイニング・アンド・マニファクチュアリング社製の研磨材料「インペリアル印ダイヤモンドラッピングフィルム3ミル0.5ミクロンタイプH」を用いて表7と同じ研磨条件で研磨した。

【0096】この光ファイバーコネクタ端面を作製した研磨ディスクを用いて研磨した。研磨条件を表7に示す。

【0097】

【表7】

研磨機	セイコー電子工業株式会社製「OFL-12」
荷重	ポイント3 (約2kg/cm ²)
被削試料数	6

【0098】研磨後、この光ファイバーコネクタ端面を電子顕微鏡で観察したところ、滑らかな表面が確認された。顕微鏡写真を図13に示す。

【0099】研磨後の光ファイバーコネクタ端面について、形状をダイレクト・オブティカル・リサーチ・カンパニー(DORC)製「ズーム・インターフェロメーター・ZX-1・ミニ・PMS」で測定し、反射減衰量を

JDS・FITELE製「バックリフレクション・メーター・RM300A」で測定した。結果を表9に示す。

【0100】実施例4

表8に示す成分を配合することにより研磨材塗布液を調製した。

【0101】

【表8】

成分	重量(g)	不揮発分(%)	乾燥重量(g)
コロイダルシリカ「スノーダックス IPA-ST」 (日産化学工業㈱)	100.00	30.000	30.00
ジアクリレートモノマー「KAYARAD HDDA」 (日本化薬㈱)	7.50	100.000	7.50
モノアクリレートモノマー「KAYARAD R-564」 (日本化薬㈱)	7.50	100.000	7.50
	0.30	100.000	0.30
合計	115.30	46.030	45.30

砥粒／バインダー比＝2.00

砥粒／(バインダー＋添加剤)比＝1.96

【0102】この研磨材塗布液を用いること以外は実施例3と同様にして、研磨ディスクを作製し、光ファイバーコネクタ端面を研磨した。研磨後の端面の顕微鏡写真を図14に示す。端面形状、および反射減衰量を表9に示す。

【0103】比較例4

ミネソタ・マイニング・アンド・マニュファクチャリング社製の研磨材料「インペリアル印ダイヤモンドラッピングフィルム3ミル0.05ミクロンAOタイプP」を直径110mmの円形に打ち抜いて研磨ディスクを作製した。この研磨ディスクを用いること以外は実施例3と同様にして光ファイバーコネクタ端面を研磨した。研磨後の端面の顕微鏡写真を図15に示す。端面形状、および反射減衰量を表9に示す。

【0104】比較例5

実施例3で調製した研磨材塗布液を厚さ75μmのポリエステルフィルムにナイフコーターを用いて塗布し、溶剤を蒸発させて除去し、厚さ4μmの研磨層を形成した。この研磨層の上に厚さ31μmのポリエステルフィ

ルムをラミネートし、紫外線を照射して結合剤を硬化させた。得られた研磨材料を直径110mmの円形に打ち抜いて研磨ディスクを作製した。

【0105】この研磨ディスクを用いること以外は実施例3と同様にして光ファイバーコネクタ端面を研磨した。しかしながら、研磨中に端面に付着物がたまり、有効に研磨ができなかった。

【0106】比較例6

実施例4で調製した研磨材塗布液を厚さ75μmのポリエステルフィルムにナイフコーターを用いて塗布し、溶剤を蒸発させて除去し、厚さ4μmの研磨層を形成した。この研磨層の上に厚さ31μmのポリエステルフィルムをラミネートし、紫外線を照射して結合剤を硬化させた。得られた研磨材料を直径110mmの円形に打ち抜いて研磨ディスクを作製した。

【0107】この研磨ディスクを用いること以外は実施例3と同様にして光ファイバーコネクタ端面を研磨した。しかしながら、研磨中に端面に付着物がたまり、有効に研磨ができなかった。

【0108】

【表9】

研磨材サンプル	実施例3		実施例4		実施例4		比較例4	
冷却剤	純水		純水		2-プロパノール		純水	
測定パラメータ	平均	σ	平均	σ	平均	σ	平均	σ
曲率半径(mm)	15.10	1.56	17.15	3.90	18.91	5.05	14.73	0.84
ファイバー高さ (Spherical Fit:nm)	28.8	7.7	9.4	8.4	-60.3	34.9	-31.5	3.9
ファイバー高さ (Planar Fit:nm)	163.0	20.7	132.9	38.9	52.9	10.1	106.1	8.7
直径(m)	126.9	0.3	126.7	0.3	126.6	0.3	127.3	0.4
反射減衰量(dB)	46.1	0.2	44.7	1.1	47.3	2.2	41.7	0.5

【0109】図13および14に示されているように、実施例3および4の研磨材料を用いた場合は、ミネソタ

・マイニング・アンド・マニュファクチャリング社製の研磨材料「インペリアル印ダイヤモンドラッピングフィルム3ミル0.5ミクロンタイプH」での研磨で生じた研磨目(図10)が、60秒の研磨で消えていた。この光ファイバーコネクタ端面は非常に滑らか微細に仕上がっており、表9に示されるように、反射減衰量も比較例4と比較して非常に小さかった。実施例4の研磨材料

は、冷却液として2-プロパノールを用いて研磨を行うと、特に良好な結果を示した。

【0110】実施例5

表10に示す成分を配合することにより研磨材塗布液を調製した。

【0111】

【表10】

成分	重量(g)	不揮発分(%)	乾燥重量(g)
ダイヤモンド砥粒(粒径7~10 μ m)「LS600F 7-10」 (Lands Superabrasives, Co.)	100.000	100.000	100.000
エポキシ樹脂溶液「YDCN-703PEK75」 (東都化成(株))	46.667	75.000	35.000
メチルエチルケトン(MEK)	40.000	0.000	0.000
エアロゾル AY (AMERICAN CYANAMID COMPANY) (50% MEK 溶液として)	1.000	50.000	0.500
2-メチルイミダゾール (2MZ) (20% プロピレングリコール/ジエチル溶液)	8.750	20.000	1.750
合計	196.417	69.877	137.25

砥粒/バインダー比=2.72

砥粒/(バインダー+添加剤)比=2.69

【0112】実施例1で用いたのと同じポリプロピレン製鑄型シートを準備した。鑄型シートに研磨材塗布液をロールコーターにより塗布し、70℃で5分間乾燥させた。この上に実施例1で調製したラミネート用結合剤を塗布し、厚さ75 μ mの透明ポリエステルフィルムを重ね、ロールで圧力をかけてラミネートした。ポリエステルフィルムの側から紫外線を照射してラミネート結合剤を硬化させた。次いで、70℃で24時間加熱して研磨

材塗布液の結合剤を硬化させた。

【0113】室温まで冷却し、鑄型シートを除去して研磨材料を得た。この研磨材料を直径110mmの円形に打ち抜き、研磨ディスクを作製した。

【0114】得られた研磨ディスクを用いて、ジルコニアの丸棒(直径3mm)を研磨した。研磨条件を表11に示す。

【0115】

【表11】

研磨機	セイコー電子工業株式会社製「OFL-12」
荷重	ポイント1 (約2.5 kg/cm ²)
冷却液	精製水
被削試料数	6

【0116】切削量の経時変化を図16に示す。

を表12に示す。

【0117】ついで、研磨ディスクを新しいものと取り替え、光ファイバーコネクタ端面を研磨した。研磨条件

【0118】

【表12】

研磨機	セイコー電子工業株式会社製「OFL-12」
荷重	ポイント1 (約2.5 kg/cm ²)
冷却液	精製水
被削試料数	12

【0119】研磨後、この光ファイバーコネクタ端面を電子顕微鏡で観察したところ、滑らかな表面が確認され

た。顕微鏡写真を図17に示す。

【0120】実施例6

図5に示す立体要素を反転させた形状の凹部を有するポリプロピレン製鑄型シートを用いること以外は実施例5と同様にして研磨材料を作製した。この研磨材料は、研磨層が図5に示される縞状に配置された寄せ棟形状の立体構造を有している。各寸法を表13に示す。

【0121】

【表13】

符号	寸法
h※	20 μ m
s※	14 μ m
w	40 μ m
p	50 μ m
u	10 μ m
l	280 μ m
v	40~80 μ m
x	30 μ m
β ※	90°

※hは立体要素の高さ、sは立体要素の頂上部の高さ、 β は図4に示された頂角である。

【0122】得られた研磨材料を直径110mmの円形に打ち抜き、研磨ディスクを作製した。この研磨ディスクを用いて、実施例5と同様にジルコニアの丸棒および光ファイバーコネクタ端面を研磨した。ジルコニアの丸棒の切削量の経時変化を図16に示す。光ファイバーコネクタ端面を電子顕微鏡で観察したところ、滑らかな表面が確認された。顕微鏡写真を図18に示す。

【0123】実施例7

図1および2に示す立体要素を反転させた形状の凹部を有するポリプロピレン製鑄型シートを用いること以外は実施例5と同様にして研磨材料を作製した。この研磨材料は、研磨層が図1および2に示される細密充填された4面体形状の立体構造を有している。各寸法を表14に示す。

【0124】

【表14】

符号	寸法
h	63 μ m
s	50 μ m
o	190 μ m
p	190 μ m
α	90°

【0125】得られた研磨材料を直径110mmの円形に打ち抜き、研磨ディスクを作製した。この研磨ディスクを用いて、実施例5と同様にジルコニアの丸棒および光ファイバーコネクタ端面を研磨した。ジルコニアの丸

棒の切削量の経時変化を図16に示す。光ファイバーコネクタ端面を電子顕微鏡で観察したところ、滑らかな表面が確認された。顕微鏡写真を図19に示す。

【0126】実施例8

実施例5で用いたのとは別種類の図4に示す立体要素を反転させた形状の凹部を有するポリプロピレン製鑄型シートを用いること以外は実施例5と同様にして研磨材料を作製した。この研磨材料は、研磨層が図4に示される縞状に配置されたプリズム形状の立体構造を有している。各寸法を表15に示す。

【0127】

【表15】

符号	寸法
h	75 μ m
s	50 μ m
w	180 μ m
p	180 μ m
u	0 μ m
β	100°

【0128】得られた研磨材料を直径110mmの円形に打ち抜き、研磨ディスクを作製した。この研磨ディスクを用いて、実施例5と同様にジルコニアの丸棒および光ファイバーコネクタ端面を研磨した。ジルコニアの丸棒の切削量の経時変化を図16に示す。光ファイバーコネクタ端面を電子顕微鏡で観察したところ、滑らかな表面が確認された。顕微鏡写真を図20に示す。

【0129】比較例7

ミネソタ・マイニング・アンド・マニュファクチャリング社製の研磨材料「インペリアル印ダイヤモンドラッピングフィルム3ミル9ミクロンタイプH」を直径110mmの円形に打ち抜いて研磨ディスクを作製した。この研磨ディスクを用いること以外は実施例5と同様にして、ジルコニアの丸棒および光ファイバーコネクタ端面を研磨した。ジルコニアの丸棒の切削量の経時変化を図16に示す。光ファイバーコネクタ端面を電子顕微鏡で観察したところ、粗い表面が確認された。顕微鏡写真を図21に示す。

【0130】比較例8

実施例5で調製した研磨材塗布液を厚さ75 μ mのポリエステルフィルムにナイフコーターを用いて塗布し、溶剤を蒸発させて除去し、厚さ14 μ mの研磨層を形成した。この研磨層を70℃で24時間加熱し、更に100℃で24時間加熱して結合剤を硬化させた。室温に冷却して得られた研磨材料を直径110mmの円形に打ち抜いて研磨ディスクを得た。

【0131】この研磨ディスクを用いること以外は実施例6と同様にして、ジルコニアの丸棒および光ファイバ

一コネクタ端面を研磨した。ジルコニアの丸棒の切削量の経時変化を図16に示す。光ファイバーコネクタ端面を電子顕微鏡で観察したところ、粗い表面が確認された。顕微鏡写真を図22に示す。

【0132】実施例9

成分	重量(g)	不揮発分(%)	乾燥重量(g)
ダイヤモンド砥粒(粒径7~10 μ m)「LS600F 7-10」 (Lands Superabrasives, Co.)	100.000	100.000	100.000
エポキシ樹脂(不揮発分60%、水20%、残り有機溶剤)	58.333	60.000	35.000
プロピレングリコールモノメチルエーテル (PGM)	50.000	0.000	0.000
エアロゾル AY (AMERICAN CYANAMID COMPANY) (50% MEK 溶液として)	1.000	50.000	0.500
合計	209.333	64.729	135.500

砥粒/バインダー比=2.86

砥粒/(バインダー+添加剤)比=2.82

【0134】表17に示す成分を配合することによりラ

表16に示す成分を配合することにより研磨材塗布液を調製した。

【0133】

【表16】

ミネート用結合剤を調製した。

【0135】

【表17】

成分	重量(g)	不揮発分(%)	乾燥重量(g)
エポキシ樹脂「YD-128R」 (東都化成㈱)	96.000	100.000	96.000
2-エチル-4-メチルイミダゾール (2E4MZ)	4.000	100.000	4.000
合計	100.000	100.000	100.000

【0136】実施例1で用いたのと同じポリプロピレン製鋳型シートを準備した。鋳型シートに研磨材塗布液をロールコーターにより塗布し、70℃で5分間乾燥させた。この上にラミネート用結合剤を塗布し、厚さ75 μ mの透明ポリエステルフィルムを重ね、ロールで圧力をかけてラミネートした。ポリエステルフィルムの側から紫外線を照射してラミネート結合剤を硬化させた。次いで、70℃で24時間加熱して研磨材塗布液の結合剤を硬化させた。

【0137】室温まで冷却し、鋳型シートを除去し、更に100℃で24時間加熱して研磨層の結合剤を硬化させた。この研磨材料を直径110mmの円形に打ち抜いて研磨ディスクを作製した。

【0138】得られた研磨ディスクを用いること以外は実施例5と同様にして、ジルコニアの丸棒および光ファイバーコネクタ端面を研磨した。ジルコニアの丸棒の切削量の経時変化を図16に示す。光ファイバーコネクタ端面を電子顕微鏡で観察したところ、滑らかな表面が確認された。顕微鏡写真を図23に示す。

【0139】実施例10

実施例6で用いたのと同じポリプロピレン製鋳型シートを用いること以外は実施例9と同様にして研磨材料を作製した。この研磨材料を直径110mmの円形に打ち抜いて研磨ディスクを作製した。

【0140】得られた研磨ディスクを用いること以外は実施例5と同様にして、ジルコニアの丸棒および光ファイバーコネクタ端面を研磨した。ジルコニアの丸棒の切削量の経時変化を図16に示す。光ファイバーコネクタ端面を電子顕微鏡で観察したところ、滑らかな表面が確認された。顕微鏡写真を図24に示す。

【0141】実施例11

図3に示す立体要素を反転させた形状の凹部を有するポリプロピレン製鋳型シートを用いること以外は実施例9と同様にして研磨材料を作製した。この研磨材料は、研磨層が図3に示される頂上が所定の高さカットされたピラミッド形状の立体構造を有している。各寸法を表18に示す。

【0142】

【表18】

符号	寸法
h※	175 μm
s※	90 μm
o	250 μm
u	50 μm
y	150 μm
α ※	30°

※hは立体要素の高さ、sは立体要素の頂上部の高さ、 α は頂上をカットする前の立体要素の2本のリッジで挟まれた頂角である。

【0143】得られた研磨材料を直径110mmの円形に打ち抜き、研磨ディスクを作製した。この研磨ディスクを用いること以外は実施例5と同様にして、ジルコニアの丸棒および光ファイバーコネクタ端面を研磨した。ジルコニアの丸棒の切削量の経時変化を図16に示す。光ファイバーコネクタ端面を電子顕微鏡で観察したところ、滑らかな表面が確認された。顕微鏡写真を図25に示す。

【0144】図16のグラフより、実施例5～11の研磨ディスクは比較例7および8の研磨ディスクより高い切削性および長い製品寿命を示すことが解る。また、図17～20、および23～25と図21および22とを比較すると、実施例5～11の研磨ディスクは現行製品である比較例7の研磨ディスク、および研磨層が立体構造を有しない比較例8の研磨ディスクより滑らかな研磨表面を与えることが解る。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施態様である研磨層が立体構造を有する研磨材料の断面図である。

【図2】 本発明の一実施態様である研磨層が立体構造を有する研磨材料の上面図である。

【図3】 本発明の一実施態様である研磨層が立体構造を有する研磨材料の上面図である。

【図4】 本発明の一実施態様である研磨層が立体構造を有する研磨材料の断面斜視図である。

【図5】 本発明の一実施態様である研磨層が立体構造を有する研磨材料の上面図である。

【図6】 研磨層が立体構造を有する研磨材料の製造方法の一例を模式的に示す工程図である。

【図7】 光ファイバーコネクタ端面を種々の研磨材料

で研磨した場合の切削量の経時変化を示すグラフである。

【図8】 本発明の研磨材料で研磨した後の光ファイバーコネクタ端面の顕微鏡写真である。

【図9】 本発明の研磨材料で研磨した後の光ファイバーコネクタ端面の顕微鏡写真である。

【図10】 従来技術の研磨材料で研磨した後の光ファイバーコネクタ端面の顕微鏡写真である。

【図11】 従来技術の研磨材料で研磨した後の光ファイバーコネクタ端面の顕微鏡写真である。

【図12】 従来技術の研磨材料で研磨した後の光ファイバーコネクタ端面の顕微鏡写真である。

【図13】 本発明の研磨材料で研磨した後の光ファイバーコネクタ端面の顕微鏡写真である。

【図14】 本発明の研磨材料で研磨した後の光ファイバーコネクタ端面の顕微鏡写真である。

【図15】 従来技術の研磨材料で研磨した後の光ファイバーコネクタ端面の顕微鏡写真である。

【図16】 ジルコニアの丸棒を種々の研磨材料で研磨した場合の切削量の経時変化を示すグラフである。

【図17】 本発明の研磨材料で研磨した後の光ファイバーコネクタ端面の顕微鏡写真である。

【図18】 本発明の研磨材料で研磨した後の光ファイバーコネクタ端面の顕微鏡写真である。

【図19】 本発明の研磨材料で研磨した後の光ファイバーコネクタ端面の顕微鏡写真である。

【図20】 本発明の研磨材料で研磨した後の光ファイバーコネクタ端面の顕微鏡写真である。

【図21】 従来技術の研磨材料で研磨した後の光ファイバーコネクタ端面の顕微鏡写真である。

【図22】 従来技術の研磨材料で研磨した後の光ファイバーコネクタ端面の顕微鏡写真である。

【図23】 本発明の研磨材料で研磨した後の光ファイバーコネクタ端面の顕微鏡写真である。

【図24】 本発明の研磨材料で研磨した後の光ファイバーコネクタ端面の顕微鏡写真である。

【図25】 本発明の研磨材料で研磨した後の光ファイバーコネクタ端面の顕微鏡写真である。

【符号の説明】

100、400…研磨材料、

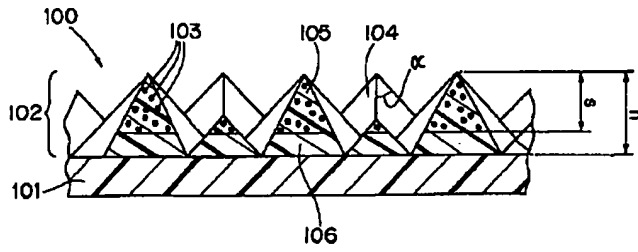
101、401…基材、

102、402…研磨層、

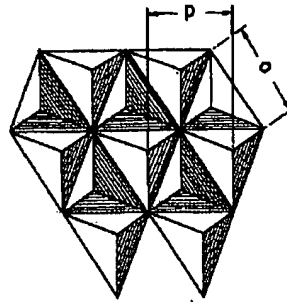
103、403…砥粒、

104、404 立体要素。

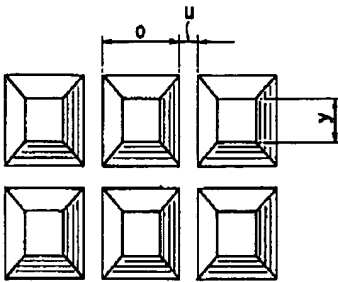
【図1】



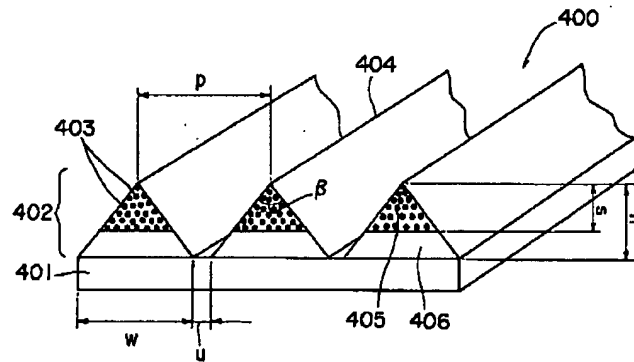
【図2】



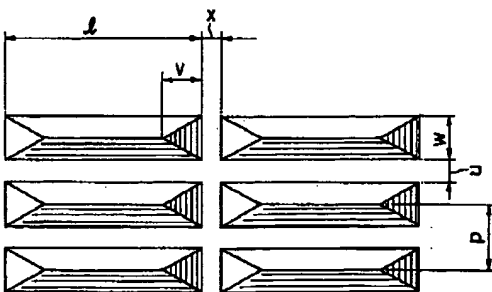
【図3】



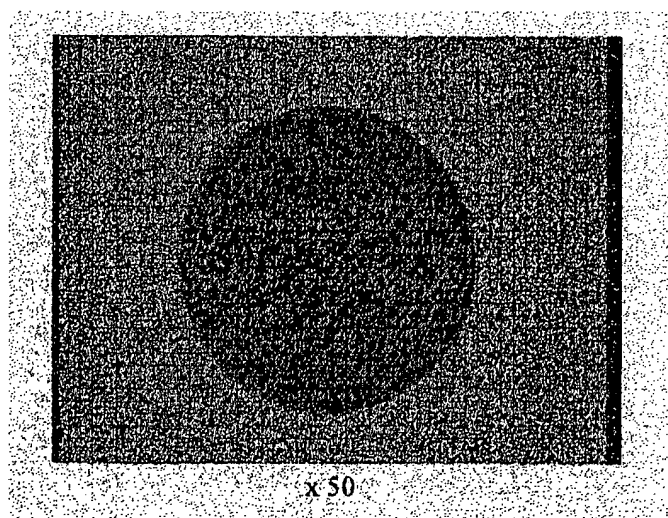
【図4】



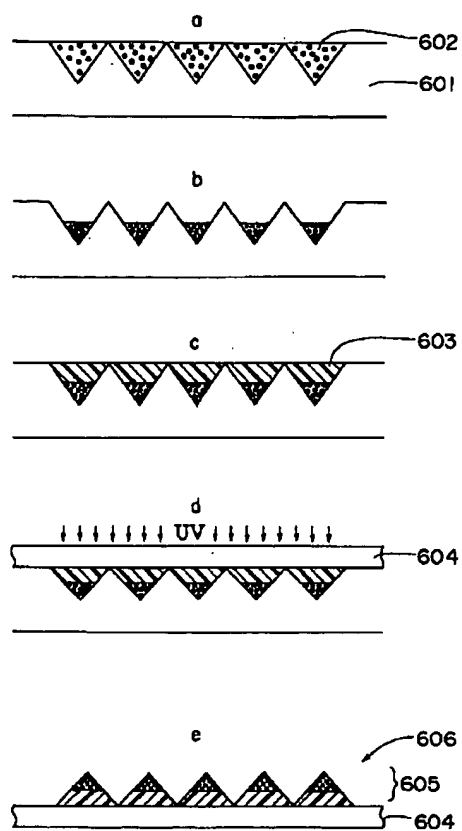
【図5】



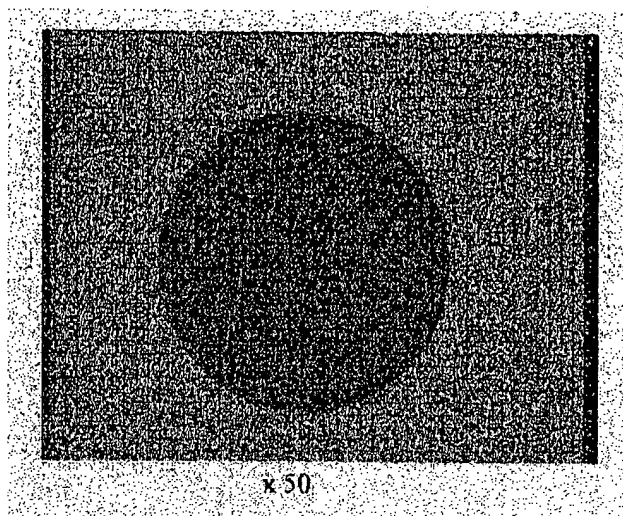
【図14】



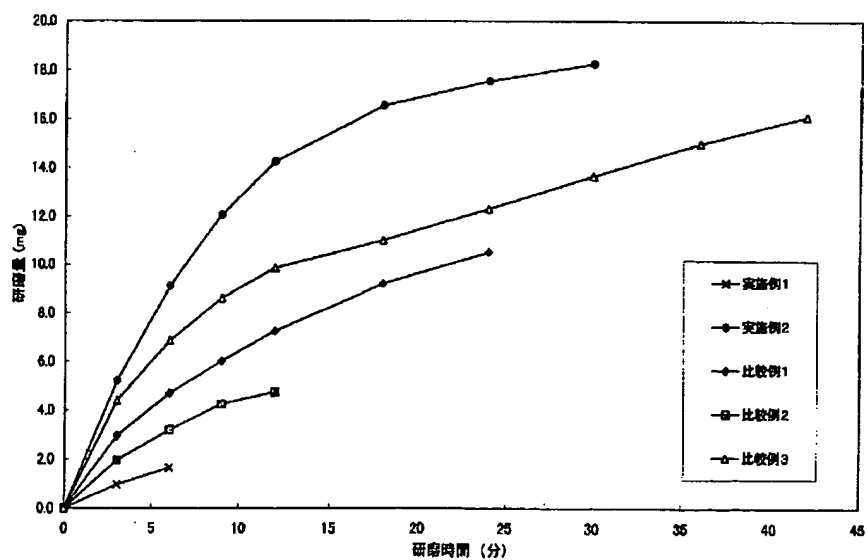
【图6】



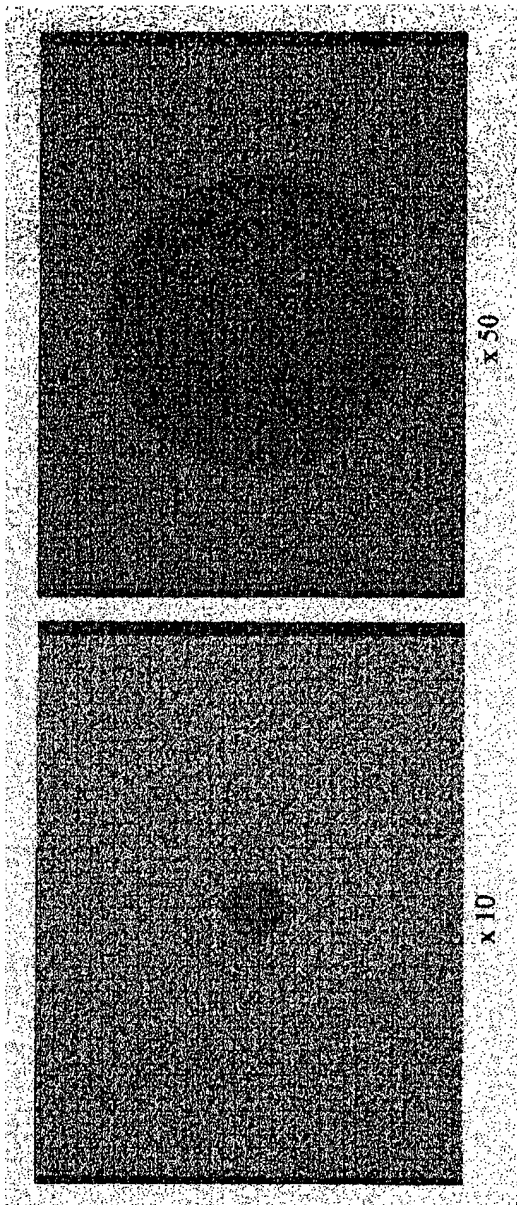
【图15】



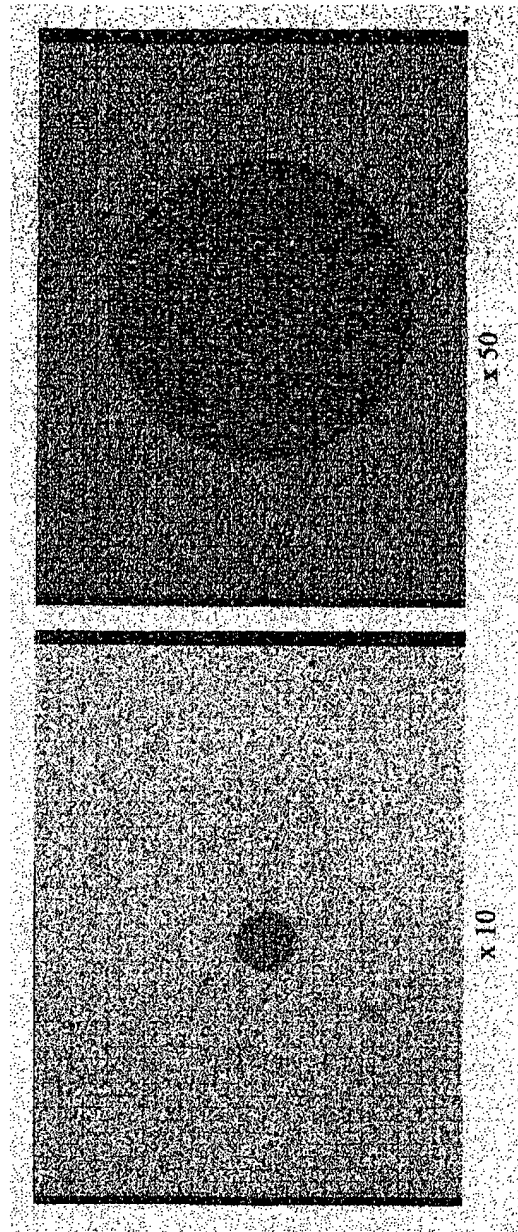
【图7】



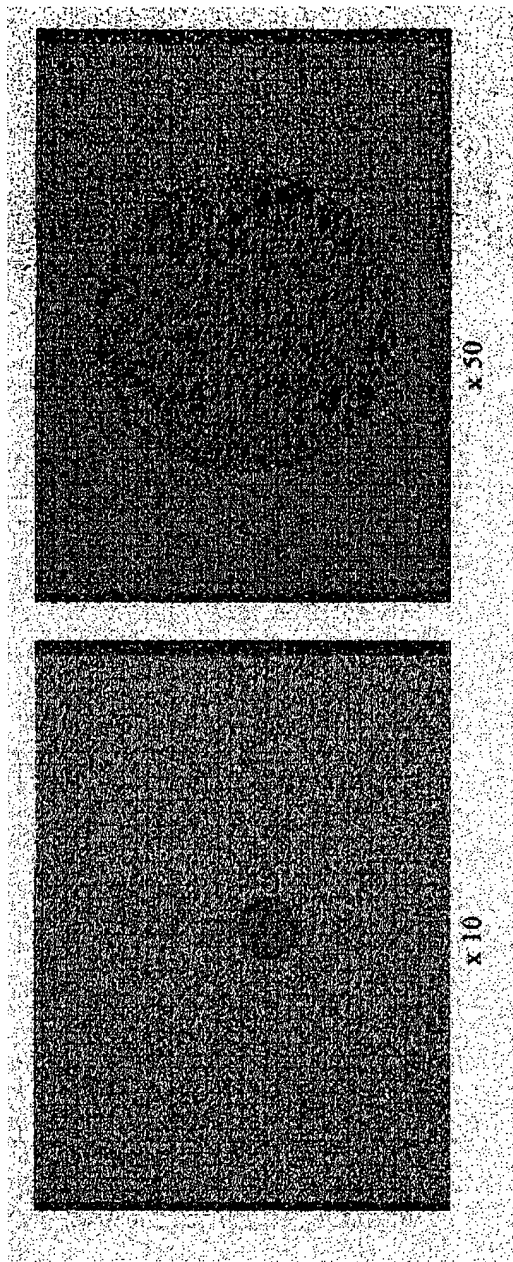
【図8】



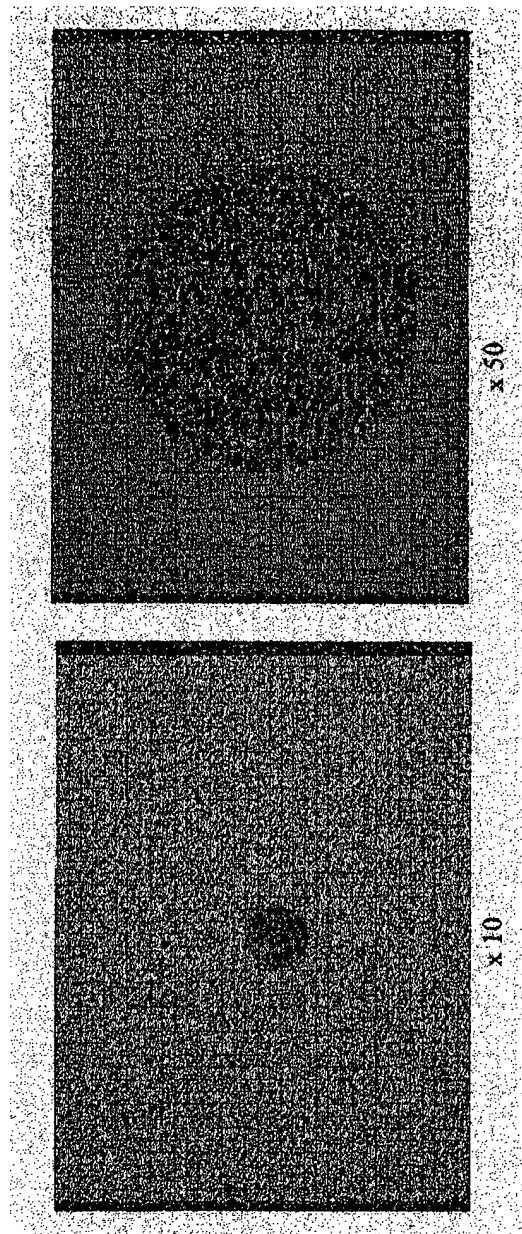
【図9】



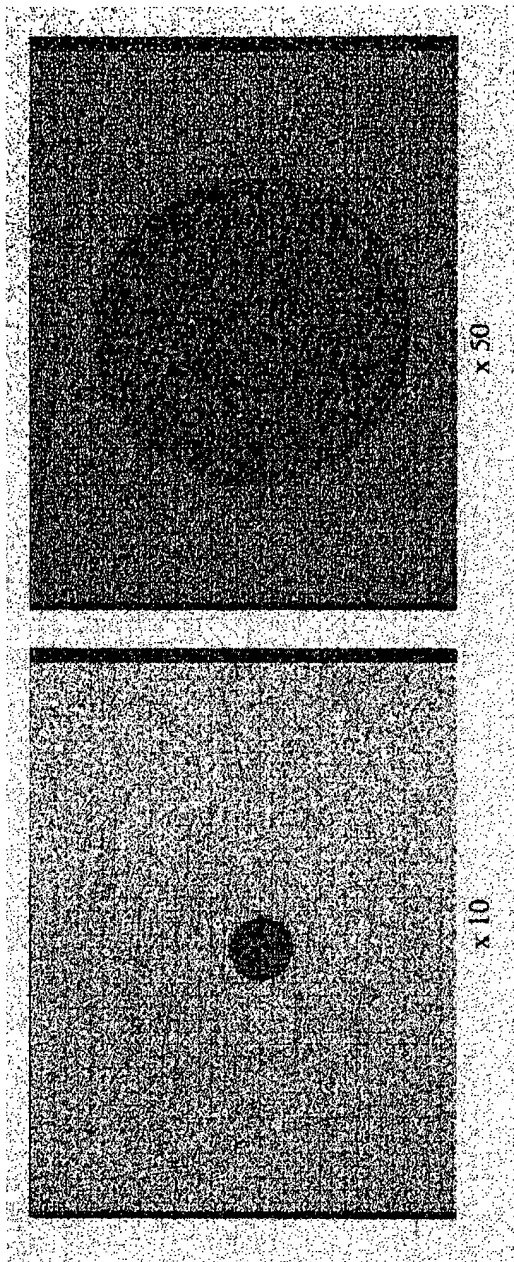
【図10】



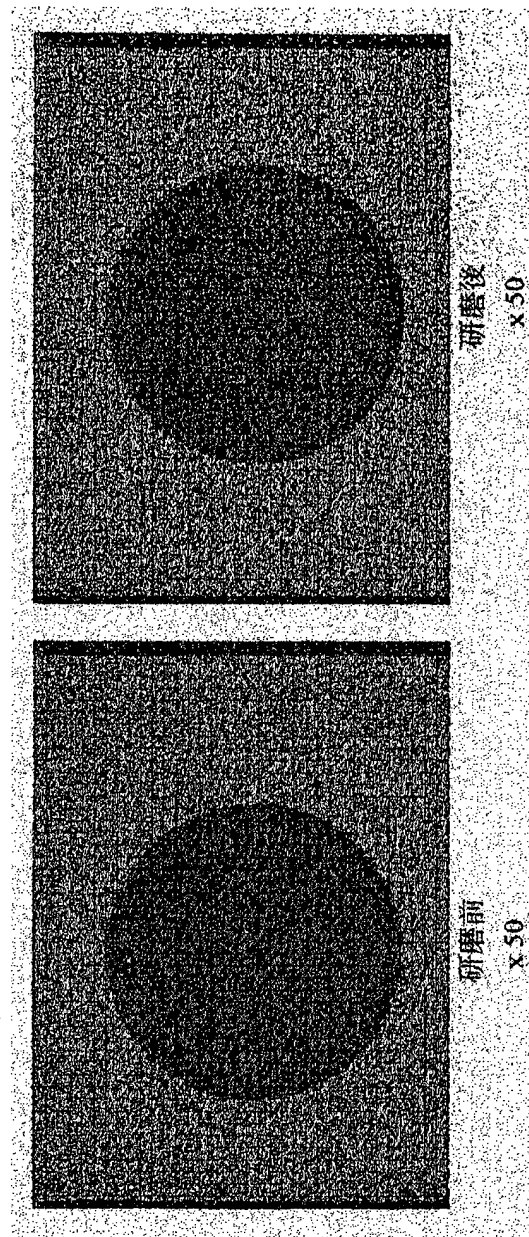
【図11】



【図 1 2】

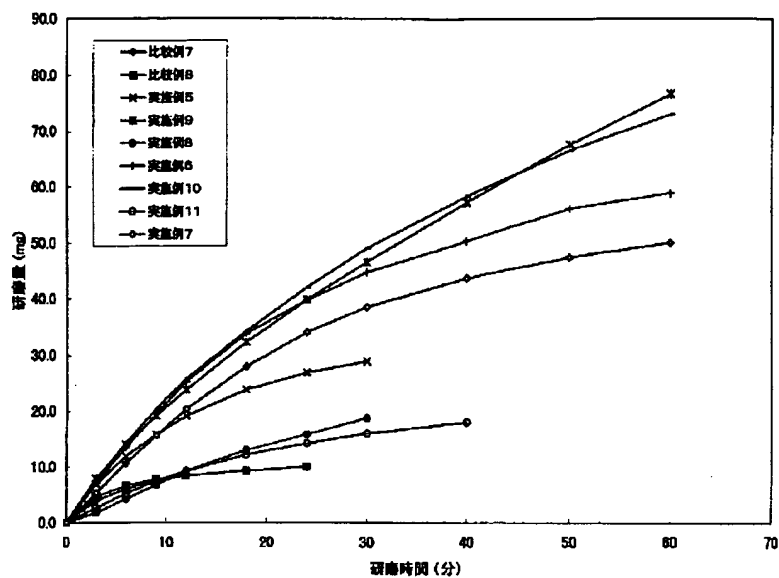


【図 1 3】

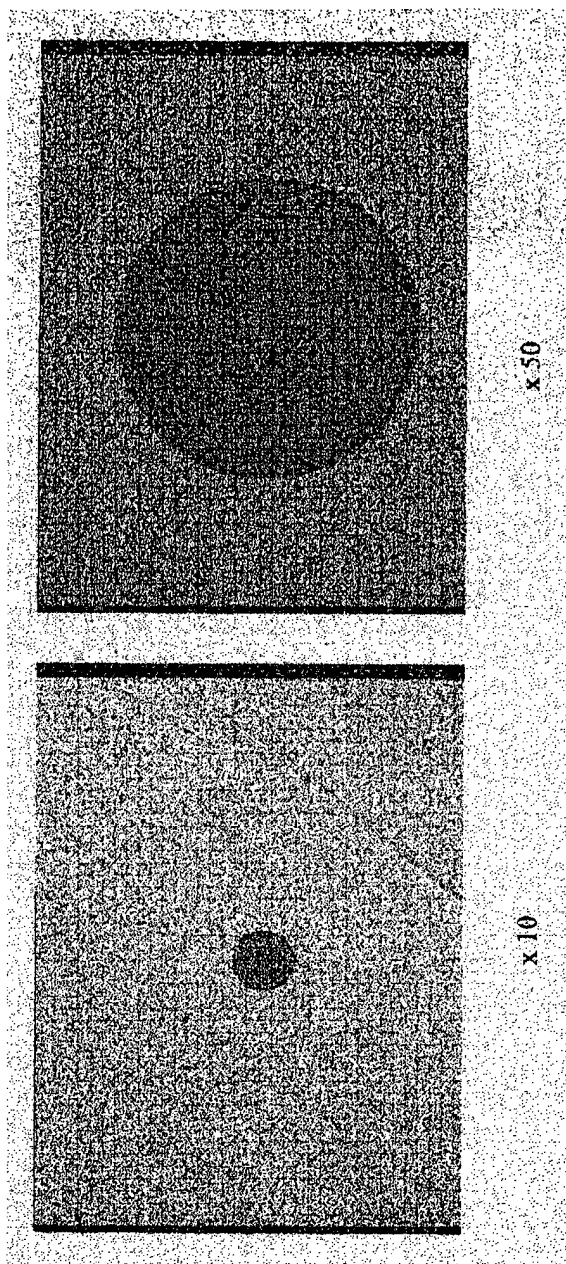


【図16】

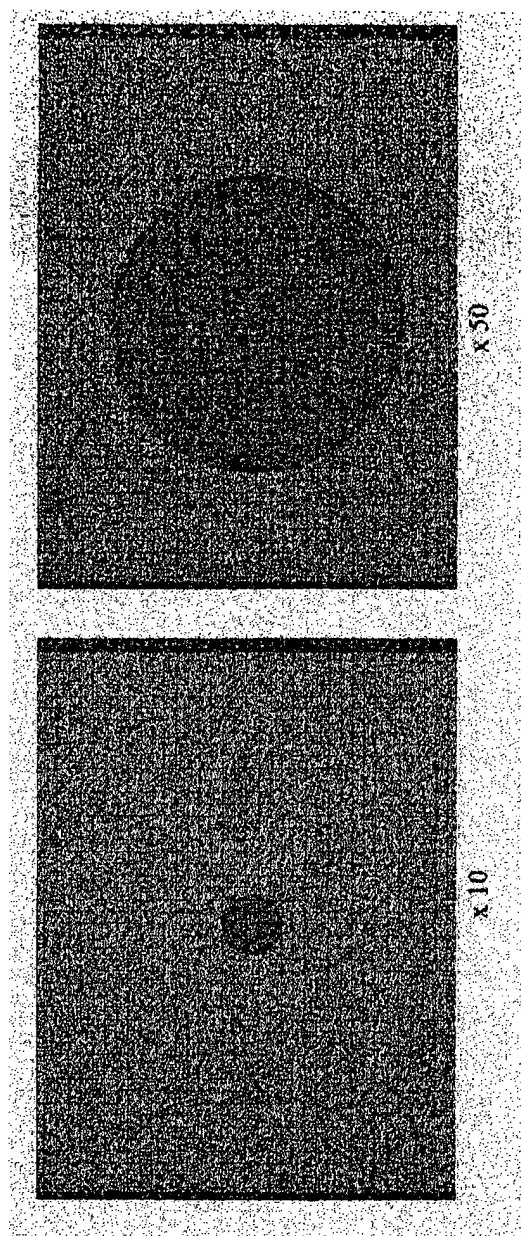
図16



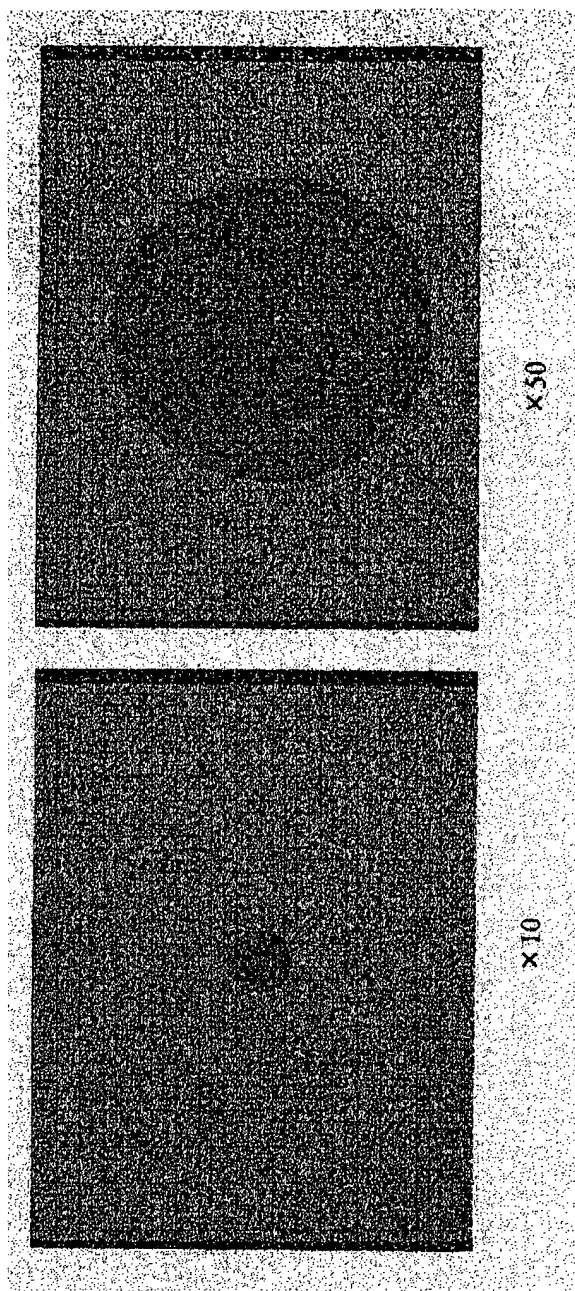
【図17】



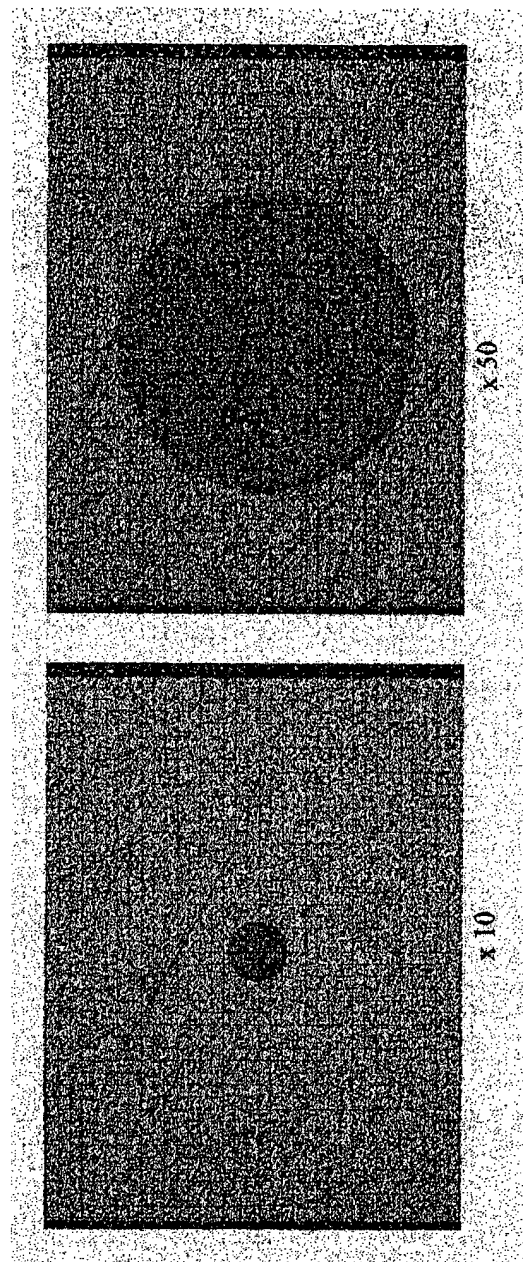
【図18】



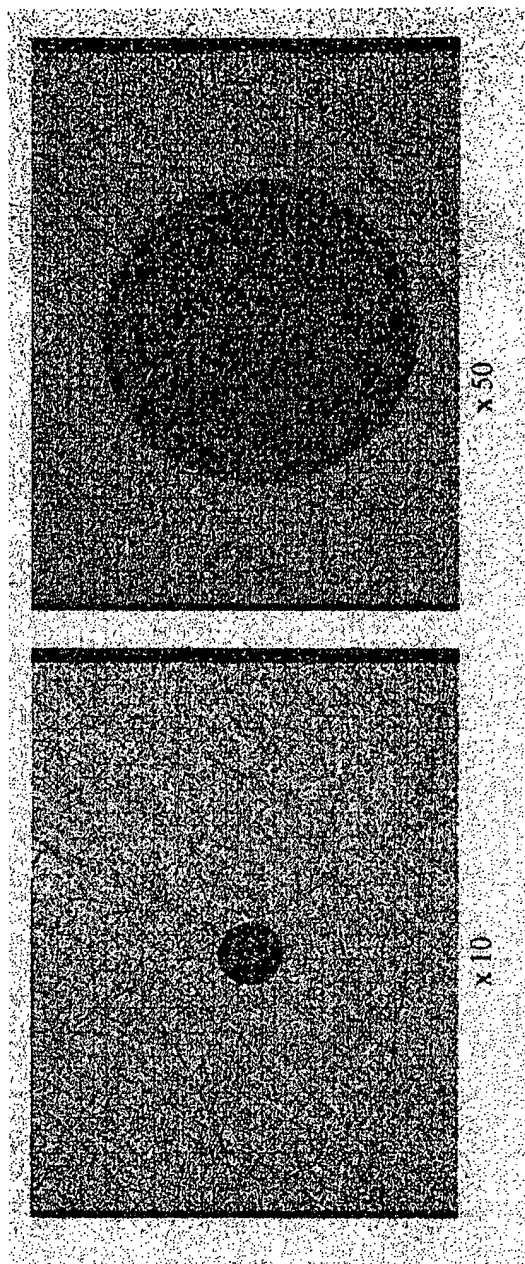
【図19】



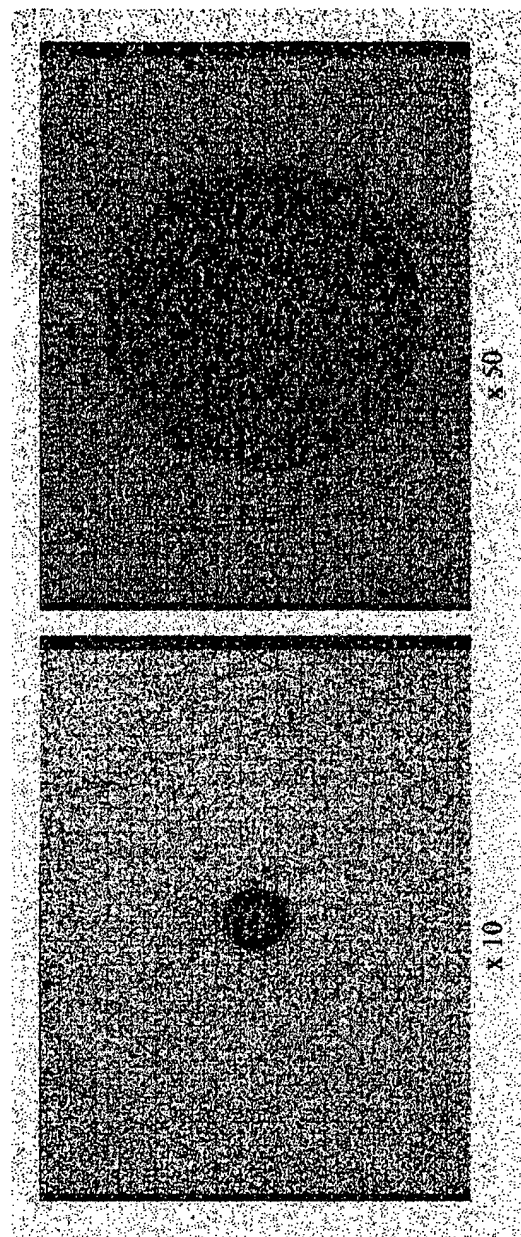
【図20】



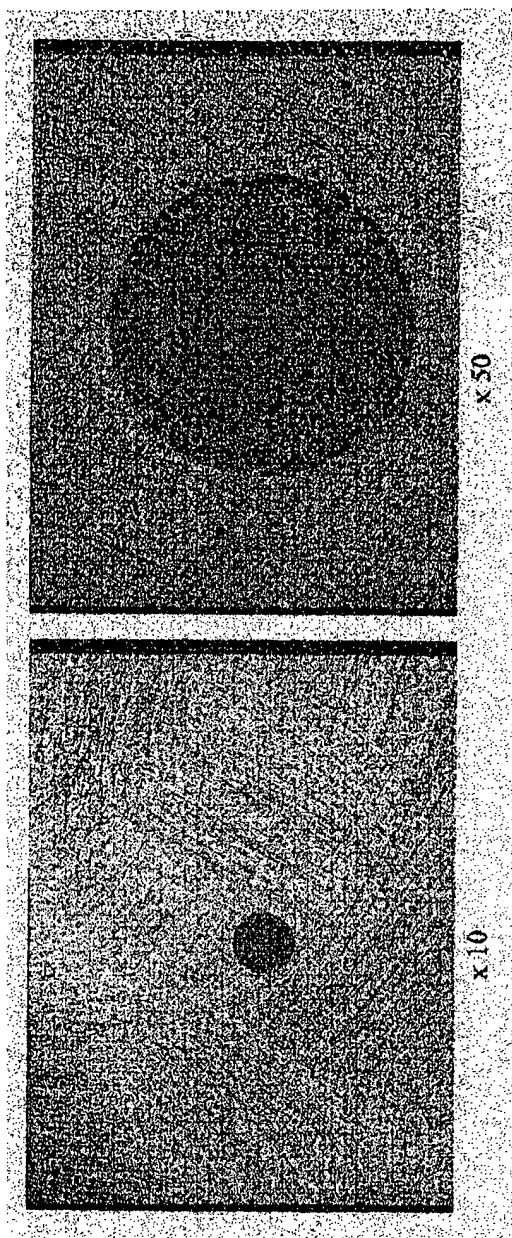
【図21】



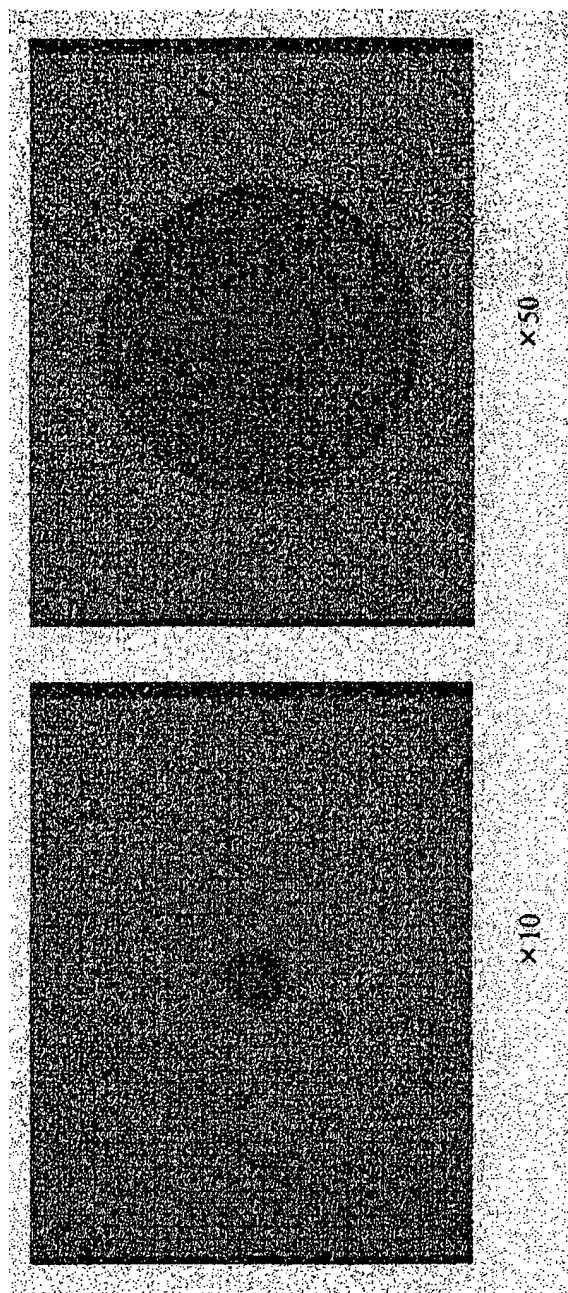
【図22】



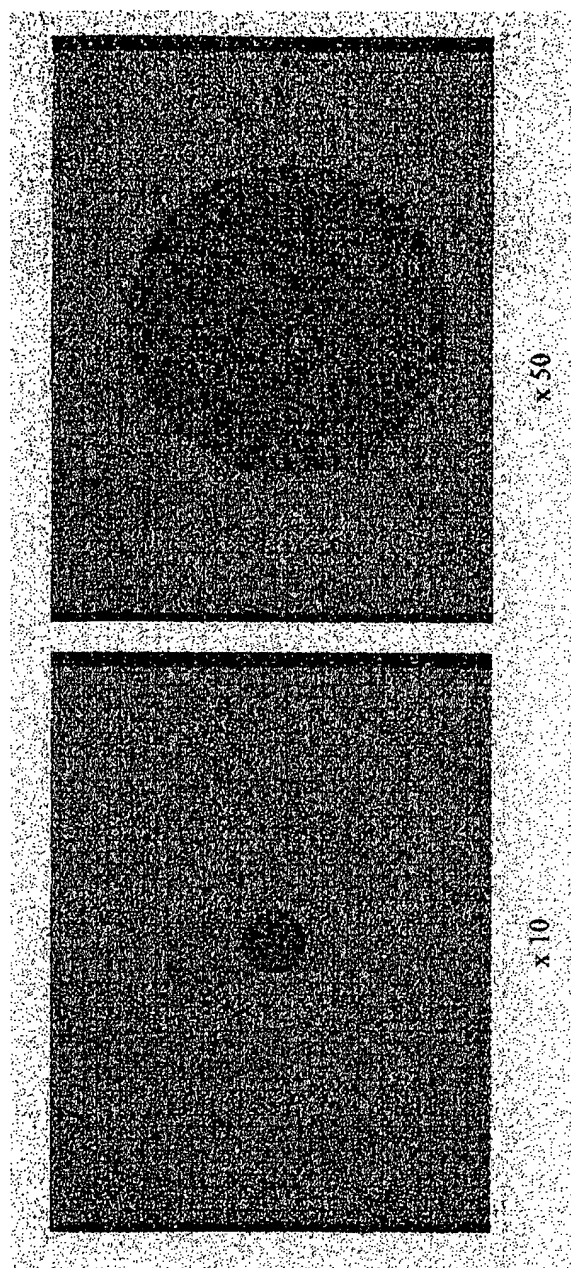
【图 2 3】



【图 2 4】



【図25】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.